

APLIKASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELUWAK (*Pangium edule*) SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PEMURNIAN JELANTAH

APPLICATION OF ACTIVATED CARBON FROM KELUWAK SHELL (*Pangium edule*) AS ADSORBEN FOR WASTE COOKING OIL PURIFICATION

Kurnia Cahya Puspita and Siti Tjahjani*

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), telp 031-8298761

*Corresponding author, email: sititjahjani@unesa.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif tempurung keluwak sebagai adsorben jelantah dan model kinetika adsorpsi yang dihasilkan. Tahap pertama penelitian ini adalah pembuatan karbon aktif, kedua adalah persiapan sampel minyak goreng dan ketiga adalah proses pemurnian jelantah dengan karbon aktif tempurung keluwak. Tahap pembuatan karbon aktif tempurung keluwak diawali dengan proses dehidrasi, kemudian karbonisasi pada suhu 700 °C selama 1 jam dan dilanjutkan proses aktivasi dengan aktivator H₃PO₄ 9%. Persiapan sampel minyak goreng diawali dengan pemanasan minyak selama 30, 60, 90, 120, 150, dan 300 menit setelah itu diadsorpsi dengan karbon aktif tempurung keluwak selama waktu interaksi 20 menit sampai 200 menit. Kualitas jelantah hasil pemurnian dapat dilihat dari hasil persentase penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida pada berbagai waktu interaksi untuk jelantah hasil pemanasan 30 menit sebesar 50% dan 74.2%, waktu interaksi 60 menit sebesar 66.67% dan 84.6%, waktu interaksi 90 menit sebesar 74.77% dan 90.5%, waktu interaksi 120 menit sebesar 80.71% dan 93%, waktu interaksi 150 menit sebesar 85.08% dan 94.2%, waktu interaksi 300 menit menghasilkan penurunan sebesar 92.05% dan 96.15%. Model kinetika adsorpsi yang sesuai yaitu orde satu mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju sebesar 0.0162 g/mol.min.

Kata Kunci: jelantah, karbon aktif, adsorpsi

Abstract. This research aims were to know ability of activated carbon from keluwak shells as adsorben of wasted cooking oil and the step adsorption kinetics model. The first step was production activated carbon, the second step was sample preparation of cooking oil and the third step was wasted cooking oil purification process with activated carbon from keluwak shell. Production of activated carbon from keluwak shell were began with the dehydration process, continued with carbonization at 700 °C for 1 hour, and activation process with H₃PO₄ 9% activator. Sample preparation of cooking oil were began with heating for 30, 60, 90, 120, 150, and 300 minutes after that activated carbon keluwak shells was adsorbed during interaction time 20 until 200 minutes. The result of refined cooking oil can be seen from the percentage decrease of acid number and peroxide value at various interaction times for heated cooking 30 is 50% and 74.2%, interaction times 60 minutes is 66.67% dan 84.6%, interaction times 90 minutes is 74.77% and 90.5% , interaction times 120 minutes is 80.71% and 93%, interaction times 150 minutes is 85.08% and 94.2%, and interaction times 300 minutes is 92.05% dan 96.15%. Adsorption kinetics model was suitable for both the first order reach equilibrium with rate constants adsorption amount of 0.0162 g/mol.min.

Key words: wasted cooking oil, activated carbon, adsorption.

PENDAHULUAN

Jelantah merupakan minyak goreng bekas yang telah digunakan berulang kali dengan suhu tinggi. Dikatakan jelantah karena terdapat sebagian ikatan rangkap yang telah jenuh akibat proses menggoreng [1]. Selama penggorengan dengan jelantah, terjadi

reaksi oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi pada minyak. Makanan yang digoreng dengan jelantah berwarna coklat kehitaman, tidak sedap, getir serta terjadi kerusakan pada sebagian senyawa dan vitamin. Minyak rusak tidak hanya mengakibatkan kerusakan nilai gizi, tetapi juga merusak tekstur, rasa

dari bahan pangan yang digoreng. Upaya yang dilakukan agar jelantah dapat digunakan kembali adalah pemurnian dengan metode adsorpsi. Adsorben yang biasa digunakan adalah karbon aktif.

Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Terdapat dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Adsorpsi fisika adalah proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat melibatkan gaya Van der Waals serta gaya elektrostatis yang bersifat *reversible* dan relatif lemah. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pembentukan ikatan kimia antara adsorbat dan adsorben yang bersifat *irreversible* [2].

Metode adsorpsi ini diharapkan dapat menurunkan bilangan asam dan bilangan peroksida jelantah. Penerapan metode adsorpsi dengan karbon aktif dipilih karena relatif mudah dan murah dalam pemurnian jelantah. Pada proses pemurnian jelantah setiap karbon aktif memiliki laju adsorpsi dengan waktu interaksi yang berbeda, dan dapat dijelaskan dengan kinetika dsorpsi. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap laju adsorpsi yaitu jenis adsorben, jenis adsorbat, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi dan suhu [3].

Karbon aktif merupakan karbon yang telah diaktivasi sehingga pori-pori terbuka dengan demikian daya adsorpsi menjadi lebih baik. Suatu bahan jika semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin, maka akan semakin baik karbon aktif yang dihasilkan [4].

Yustinah (2011) menyatakan bahwa massa optimum yang dihasilkan dalam proses adsorpsi sebesar 10 gr karbon aktif sabut kelapa untuk menghasilkan minyak dengan *peroxide value* (PV) sebesar 1.99 meq/kg. Penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari tempurung keluak telah dilakukan sebelumnya. Fitria (2016) menyatakan bahwa karbon aktif dari tempurung keluak dengan aktivator H_3PO_4 9% telah sesuai dengan SNI 06-3730-1995 tentang Persyaratan Karbon Aktif. Penelitian tersebut belum dilakukan uji kemampuan terhadap karbon aktif tempurung keluak. Pada kesempatan kali ini karbon aktif dimanfaatkan sebagai adsorben pada pemurnian jelantah.

Jelantah yang telah dimurnikan perlu adanya penentuan kualitas ditinjau dari bilangan asam dan bilangan peroksida yang disesuaikan dengan SNI 3741:2013 tentang Standar Mutu Minyak Goreng. Disisi lain pada proses adsorpsi hal yang penting untuk diketahui adalah kinetika adsorpsi. Kinetika adsorpsi dapat diketahui dari penentuan model kinetika dan konstanta laju yang dihasilkan pada adsorpsi jelantah oleh karbon aktif tempurung keluak.

METODE PENELITIAN

Alat

Kertas saring Whatman, kertas saring, pH universal, peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium, statif dan klem, mortal dan alu, pipet ukur, propipet, ayakan 60 mesh, termometer, *hotplate stirrer*, refluks, pipa plastik, kompor listrik, neraca digital, oven listrik, tanur, SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan SAA (*Surface Area Analyzer*).

Bahan

Tempurung keluak, minyak goreng kemasan berbahan dasar kelapa sawit, larutan H_3PO_4 9%, aquades, etanol 95%, KOH 0.1 N, indikator pp, asam asetat glasial, kloroform, KI jenuh, $Na_2S_2O_3$ 0.1 N, indikator amilum.

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Keluak

a. Tahap Dehidrasi (Esterlita, 2015)

Tempurung keluak yang akan digunakan dicuci dari kotoran yang menempel, dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dan dikeringkan dengan oven dengan suhu 110 °C selama 1 jam.

b. Tahap Karbonisasi (Esterlita, 2015)

Tempurung keluak yang telah bersih dan kering dikarbonisasi dengan cara memanaskan pada tanur dengan suhu 700 °C selama 1 jam. Kemudian digiling dengan mortal alu dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Karbon yang dihasilkan dihitung besar rendemennya dengan persamaan 1.

$$\text{Rendemen karbon} = \frac{\text{massa karbon}}{\text{massa bahan baku}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

c. Tahap Aktivasi Karbon (Ramdja, 2008)

Sebanyak 1 gram serbuk karbon direndam dengan aktivator H_3PO_4 9%, dibiarkan selama 24 jam dengan perbandingan 1:3 (b/b). Kemudian karbon aktif dicuci dengan aquades hingga pH netral. Dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam.

2. Pemurnian Jelantah

a. Persiapan sampel

Sampel jelantah didapatkan dari proses pemanasan minyak goreng berbahan dasar kelapa sawit pada suhu 200-300 °C selama 30, 60, 90, 120, 150 dan 300 menit.

b. Proses Pemurnian Jelantah

Sebanyak 100 gram minyak dari tiap proses pemanasan yakni 30, 60, 90, 120, 150 dan 300 menit dimasukkan 10 gram serbuk karbon aktif tempurung keluak kemudian diaduk selama 20 menit sekali pada suhu 100 °C [5]. Pengadukan

dilakukan dengan penggunaan *hot plate magnetic stirrer* [6]. Setelah itu, minyak disaring dengan segera menggunakan corong Buchner dan kertas saring Whatman No. 42 [7]. Selanjutnya diambil sampel untuk dianalisis bilangan asam/BA, bilangan peroksida/PV [8].

3. Uji Kualitas Minyak

a. Penentuan bilangan asam (Metode Asidi-Alkalimetri) (Evika, 2011)

Minyak sebanyak 10 g ditambah 50 ml alkohol 95% kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk dan direfluks. Setelah didinginkan kemudian dititrasi dengan KOH 0,1 N menggunakan indikator pp sampai tepat warna merah jambu.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{BM KOH}}{\text{bobot contoh (gram)}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

ml KOH = jumlah ml KOH untuk titrasi
N KOH = Normalitas larutan KOH
BM KOH = Bobot Molekul KOH (56,1)
Bobot = Bobot Sampel (gram)

b. Penentuan bilangan peroksida (Metode Iodometri) (Evika, 2011)

Minyak sebanyak 5 gr ditambahkan 30 ml campuran pelarut terdiri dari 60% asam asetat glasial dan 40% kloroform. Setelah minyak larut, ditambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh sambil dikocok, setelah dua menit sejak penambahan KI, tambahkan 30 ml aquades sehingga akan terjadi pelepasan iod (I_2). Iod yang bebas dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N sampai warna kuning hilang kemudian ditambahkan 0,5 mL indikator amilum sampai warna biru hilang. Dihitung angka peroksida yang dinyatakan dengan mili-eqivalen dari peroksida dalam setiap 1000 g sampel.

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{(ts - tb) \times N.Na_2S_2O_3 \times 1000}{\text{bobot sampel (gram)}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

ts = Jumlah ml larutan $Na_2S_2O_3$ untuk titrasi contoh
tb = Jumlah ml larutan $Na_2S_2O_3$ untuk titrasi blangko
N. $Na_2S_2O_3$ = Normalitas $Na_2S_2O_3$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Keluwak

Pembuatan karbon aktif tempurung keluwak diawali dengan tahap dehidrasi. Dehidrasi merupakan proses penyusutan kandungan air pada tempurung keluwak dengan pengeringan dalam oven pada suhu

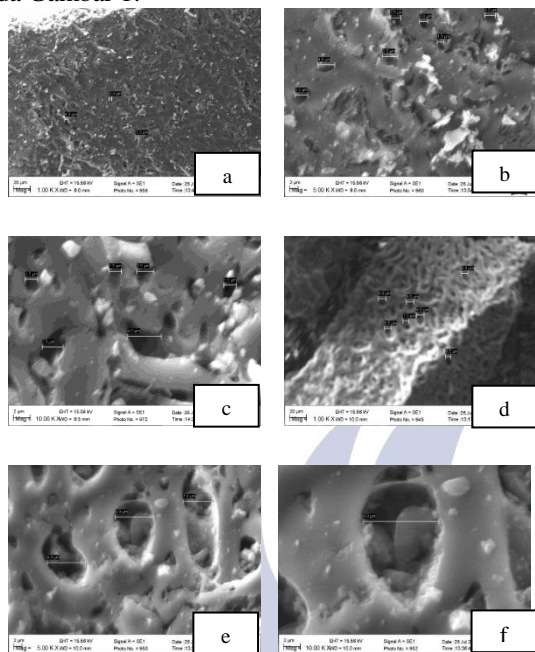
110 °C selama 1 jam. Sebelum dikeringkan tempurung keluwak dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa-sisa pengotor, kemudian dipotong sampai ukuran kecil. Tahap dehidrasi ini menghasilkan kadar air pada tempurung keluwak sebesar 15.8868%.

Tahap selanjutnya adalah karbonisasi tempurung keluwak. Karbonisasi dilakukan pada suhu 700 °C selama 1 jam dengan tanur. Tempurung keluwak yang awalnya berwarna coklat berubah seluruhnya menjadi hitam, hal ini menunjukkan bahwa tempurung keluwak telah berubah menjadi karbon [9]. Karbonisasi menyebabkan terjadi dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Selama proses karbonisasi berlangsung zat-zat volatil yang terkandung dalam tempurung keluwak akan habis menguap dan terbakar. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk air, uap asam asetat, tar-tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit. Tahap karbonisasi menghasilkan rata-rata rendemen karbon tempurung keluwak sebesar 37.8408%.

Selanjutnya tahap yang dilakukan adalah aktivasi karbon tempurung keluwak dengan aktivator H_3PO_4 9% selama 24 jam. Dilanjutkan pencucian dengan aquades sampai pH karbon aktif netral. Setelah itu karbon aktif dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 24 jam agar sisa air pencucian menguap. Tahap aktivasi dilakukan dengan tujuan untuk membuat volume pori-pori karbon yang terbuka semakin besar sehingga daya serap yang dihasilkan lebih baik.

Pori-pori karbon aktif memiliki luas permukaan sekitar 100-2000 m^2/gr . Hal ini dikarenakan zat ini memiliki ukuran pori-pori sangat kompleks yang terbagi menjadi tiga yaitu $>20 \text{ \AA}$ termasuk ukuran mikro, 20-500 \AA termasuk ukuran meso, dan $<500 \text{ \AA}$ termasuk ukuran makro. Pori-pori yang mempengaruhi luas permukaan yang dihasilkan sehingga karbon aktif memiliki kemampuan baik dalam adsorpsi [10]. Hasil analisis SAA dengan metode BJH menunjukkan bahwa luas permukaan pada karbon dan karbon aktif berbanding terbalik dengan ukuran pori. Semakin kecil luas permukaan maka ukuran pori cenderung lebih besar. Semakin besar luas permukaan maka ukuran pori cenderung lebih kecil. Karbon aktif tempurung keluwak memiliki volume pori dan luas permukaan lebih besar yaitu 1.48425 cc/g dan 249.015 m^2/g daripada karbon yaitu sebesar 0.099475 cc/g dan 43.749 m^2/g . Ukuran pori-pori karbon dan karbon aktif adalah sebesar 383.465 \AA dan 161.715 \AA termasuk dalam ukuran pori meso. Bahan dasar karbon dan karbon aktif tempurung keluwak mengandung lignin penyebab pembentukan senyawa tar. Tar merupakan senyawa hidrokarbon pengotor dari hasil karbonisasi. Hal ini akan mengurangi daya serap karena menutup pori-pori [11]. Alasan inilah yang dapat membedakan pori-

pori karbon biasa dan karbon aktif. Didukung oleh hasil analisis SEM yang menunjukkan morfologi karbon dan karbon aktif tempurung keluak pada perbesaran yang sama. Hasil analisis SEM disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Karbon perbesaran (a) 1000x (b) 5000x (c) 10000x, dan Karbon Aktif perbesaran (d) 1000x (e) 5000x (f) 10000x

Berdasarkan Gambar 1 struktur karbon tempurung keluak terlihat terbuka, strukturnya tidak teratur, cenderung rapat karena sebagian pori masih tertutup dengan senyawa pengotor. Pada karbon aktif tempurung keluak strukturnya cenderung lebih terbuka jika dibandingkan dengan karbon karena telah hilangnya zat pengotor akibat proses aktivasi, strukturnya lebih halus, dan teratur.

2. Pemurnian Jelantah

a. Persiapan Sampel Jelantah

Minyak goreng merupakan bahan utama dalam proses penggorengan. Minyak goreng berkualitas memenuhi standar yang telah ditentukan meliputi kondisi fisik, bilangan asam dan bilangan peroksida. Pemanasan minyak goreng berkali-kali dengan suhu tinggi dapat merusak kualitas minyak goreng, sehingga menurunkan kualitas minyak dan bahan waktu interaksi untuk pemurnian jelantah hasil pemanasan yang lain. Setiap jelantah yang dimurnikan memiliki waktu interaksi berbeda sampai dihasilkan bilangan asam dan bilangan peroksida

makanan yang digoreng. Hal ini menjadi awal mula proses pembentukan jelantah. Jelantah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *artificial* minyak kemasan berbahan dasar kelapa sawit. Minyak dipanaskan pada *hot plate* selama waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 300 menit dengan suhu pemanasan 200-300 °C. Kondisi awal minyak goreng adalah berwarna kuning keemasan. Semakin lama waktu pemanasan maka kondisi fisik minyak dari warna kuning keemasan berubah menjadi kecoklatan. Bau yang dihasilkan juga semakin tengik. Setiap minyak hasil pemanasan ditentukan bilangan peroksida dan bilangan asam. Data rata-rata bilangan asam dan peroksida minyak goreng sebelum proses pemurnian disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata bilangan asam dan bilangan peroksida jelantah sebelum pemurnian

Lama Pemanasan (menit)	Bilangan Asam (mg/g)	Bilangan Peroksida (meq/kg)
0	0.4862	3.3333
30	0.9724	11.6667
60	1.4586	21.6667
90	2.0009	35.3333
120	2.618	42.6667
150	3.3847	57.3333
300	6.1149	86.6667

b. Proses Pemurnian Jelantah dengan Karbon

Pemurnian diawali dengan penimbangan jelantah sebanyak 100 gram. Kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambah 10 gram karbon aktif. Setelah itu, dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama kelipatan 20 menit. Setiap pengadukan 20 menit sekali dimatikan alat dan dilanjutkan penyaringan menggunakan kertas saring Whatman no 42. Minyak hasil penyaringan selanjutnya ditentukan bilangan asam dan bilangan peroksida. Prosedur pemurnian tetap dilakukan pada 20 menit selanjutnya hingga didapatkan bilangan asam dan bilangan peroksida mendekati atau sama dengan minyak goreng pemanasan 0 menit. Bilangan asam dan bilangan peroksida pada jelantah yang telah dimurnikan memiliki waktu interaksi tertentu sehingga tidak bisa mengikuti penambahan

yang sesuai dengan standar. Rata-rata Bilangan asam dan bilangan peroksida setelah pemurnian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata bilangan asam dan bilangan peroksida jelantah dengan variasi waktu interaksi proses pemurnian

X	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
R											
R ₀	0.4862										
	3.3333										

R₁	0.9724	0.4862							
	11.6667	3							
R₂	1.4586	0.8602	0.4862						
	21.6667	10.3333	3.3333						
R₃	2.0009	1.5521	1.1033	0.8228	0.5049				
	35.3333	25.3333	17.6667	9	3.3333				
R₄	2.618	2.1879	1.6643	1.2342	0.8415	0.5049			
	42.6667	32.6667	23.3333	16.3333	9.3333	3			
R₅	3.3847	2.8424	2.4871	1.9822	1.5895	1.0846	0.5049		
	57.3333	47.3333	38	30.6667	21.3333	12.3333	3.3333		
R₆	6.1149	3.9457	3.5904	3.2164	2.8237	2.4684	2.1131	1.7391	1.3838
	86.6667	72.6667	60.6667	49.6667	39.3333	30.3333	21.6667	15.6667	11.3333

Keterangan :

- X_0-X_{10} = Waktu interaksi 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200 menit
- R_0-R_6 = Sampel minyak dengan pemanasan 0, 30, 60, 90, 120, 150, dan 300 menit
- = Bilangan asam
- = Bilangan peroksida

Pada tabel 2 menunjukkan penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida pada berbagai variasi waktu interaksi. Kualitas jelantah dapat dilihat dari persentase penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida yang dihasilkan. Bilangan asam dan bilangan peroksida yang didapatkan sama atau mendekati bilangan asam dan bilangan peroksida minyak pemanasan 0 menit maka telah sesuai dengan SNI 3741:2013 tentang persyaratan mutu minyak goreng kriteria uji bilangan asam dan bilangan peroksida, sehingga jelantah hasil pemurnian dapat digunakan kembali. Data penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida jelantah setelah pemurnian disajikan pada Tabel 3.

Keterangan:

- R = Lama pemanasan minyak
 R_1-R_6 = Lama pemanasan minyak 30, 60, 90, 120, 150, 300 menit
 = Nilai awal
 = Nilai akhir

3. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Keluwak Terhadap Jelantah

Model kinetika adsorpsi berfungsi untuk menunjukkan tingkat laju adsorpsi suatu adsorbat. Laju adsorpsi merupakan salah satu langkah penting

Tabel 3. Persentase penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida setelah pemurnian

Uji	Bilangan Asam		Bilangan Peroksida	
		% Penurunan		% Penurunan
R₁	0.9724	50	11.6667	74.2
	0.4862		3	
R₂	1.4586	66.67	21.6667	84.6
	0.4862		3.3333	
R₃	2.0009	74.77	35.3333	90.5
	0.5049		3.3333	
R₄	2.618	80.71	42.6667	93
	0.5049		3	
R₅	3.3847	85.08	57.3333	94.2
	0.5049		3.3333	
R₆	6.1149	92.05	86.6667	96.15
	0.4862		3.3333	

proses adsorpsi dalam perancangan suatu sistem adsorpsi [12].

Penentuan model kinetika adsorpsi karbon aktif tempurung keluwak pada jelantah dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu hasil penelitian bilangan peroksida jelantah setelah proses pemurnian oleh karbon aktif tempurung keluwak dengan variasi waktu interaksi. Tahap ini disajikan tabel penyerapan peroksida pada berbagai waktu interaksi sehingga menjadi tabel pembantu dalam tahap selanjutnya. Tahap kedua yaitu penerapan model kinetika orde satu mencapai kesetimbangan dan *pseudo second order*. Tahap ini bertujuan untuk menentukan model kinetika adsorpsi yang sesuai terhadap data bilangan

peroksida jelantah pemanasan 300 menit setelah pemurnian dan data tahap pertama. Hal ini menjadi penentu konstanta laju adsorpsi dan koefisien determinasi yang dihasilkan. Data hasil bilangan peroksida jelantah hasil pemanasan 300 menit untuk mewakili pemurnian jelantah hasil pemanasan yang lain dengan variasi waktu interaksi disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Bilangan peroksida jelantah setelah proses pemurnian oleh karbon aktif tempurung keluak dengan variasi waktu interaksi

Waktu interaksi (menit)	Bil. Peroksida akhir (meq/Kg)	Bil. Peroksida awal (meq/Kg)	Peroksida yang terserap (meq/Kg)	Peroksida yang terserap (mol/g)
20	72.6667	86.6667	14	0.000014
40	60.6667	86.6667	26	0.000026
60	49.6667	86.6667	37	0.000037
80	39.3333	86.6667	47.3334	0.000047
100	30.3333	86.6667	55.3334	0.000055
120	21.6667	86.6667	63	0.000063
140	15.6667	86.6667	69	0.000069
160	11.3333	86.6667	73.3334	0.000073
180	7.6667	86.6667	77	0.000077
200	3.3333	86.6667	83.3334	0.000083

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan adanya pengaruh waktu interaksi terhadap daya adsorpsi. [13]. Daya adsorpsi jelantah oleh karbon aktif tempurung keluak selama waktu interaksi 20 sampai 120 menit terus mengalami penurunan adsorpsi. Setelah 140 menit sampai 200 menit waktu interaksi, adsorpsi jelantah oleh karbon aktif cenderung mengalami penurunan konstan dan proses adsorpsi diperkirakan telah mencapai kesetimbangan. Selanjutnya, dari data bilangan peroksida jelantah setelah proses pemurnian oleh karbon aktif tempurung keluak dengan variasi waktu interaksi dilakukan analisis dengan persamaan kinetika adsorpsi. Persamaan kinetika adsorpsi akan menghasilkan konstanta laju adsorpsi karbon aktif tempurung keluak terhadap jelantah. Data parameter model kinetika adsorpsi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter model kinetika adsorpsi jelantah oleh karbon aktif tempurung keluak

Model Kinetika Adsorpsi			
Orde Satu Mencapai Keseimbangan		Pseudo Second-Order	
k_s (min ⁻¹)	R^2	k_s (min ⁻¹)	R^2
0.0162	0.9945	0.00361	0.9799

Keterangan:

- k_s dan k_2 = konstanta laju adsorpsi

- R^2 = nilai koefisien determinasi

Berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model kinetika orde satu mencapai kesetimbangan dan *pseudo second order* menghasilkan nilai koefisien determinasi masing-masing 0.9945 dan 0.9799, dengan harga konstanta laju adsorpsi sebesar 0.0162 dan 0.00361. Nilai R^2 paling besar terletak pada model kinetika orde satu mencapai kesetimbangan dengan nilai R^2 sebesar 0.9945. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa model kinetika yang sesuai untuk menggambarkan proses pemurnian jelantah oleh karbon aktif tempurung keluak dengan metode adsorpsi adalah model kinetika adsorpsi orde satu mencapai kesetimbangan. Hasil yang didapatkan menunjukkan nilai derajat linieritas mendekati 1 daripada *pseudo second order*. Nilai konstanta merupakan parameter cepat lambatnya proses adsorpsi, semakin besar nilai k maka semakin cepat pula proses adsorpsi [14].

KESIMPULAN

- Kualitas jelantah ditinjau perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi kuning keemasan dan pengurangan bau tengik pada jelantah. Penurunan bilangan asam dan bilangan peroksida jelantah pada waktu interaksi 30 menit menghasilkan penurunan 50% dan 74.2%, waktu interaksi 60 menit menghasilkan penurunan 66.67% dan 84.6%, waktu interaksi 90 menit menghasilkan penurunan 74.77% dan 90.5%, waktu interaksi 120 menit menghasilkan penurunan 80.71% dan 93%, waktu interaksi 150 menit menghasilkan penurunan 85.08% dan 94.2%, waktu interaksi 300 menit menghasilkan penurunan 92.05% dan 96.15%. Hasil ini telah sesuai dengan SNI 3741:2015 Syarat Mutu Minyak Goreng tentang kriteria uji bilangan asam dan bilangan peroksida.
- Kinetika adsorpsi yang sesuai menggambarkan proses pemurnian jelantah oleh karbon aktif tempurung keluak yaitu mengikuti model kinetika adsorpsi orde satu mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju sebesar 0.0162/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramdja, Fuadi, dkk. 2010. "Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu Sebagai Adsorben". *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. No. 1 Vol. 17.
- Martell, A. E. and R.D. Hancock. 1996. *Metal Complexes in Aqueous Solution*. Plenum Press. New York.

3. Handayani, Murni., dan Eko Sulistiyono. 2009. "Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (Vi) Oleh Zeolit". *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*. Bandung, 3 Juni 2009.
4. Takeuchi, Yashito. 2006. *Pengantar Kimia*. Tokyo: Iwanami Publishing.
5. Tanjaya, A. 2006. "Aktivasi Bentonit Alam Pacitan sebagai Bahan Penjerap pada Proses Pemurnian Minyak Sawit". *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 5(1): 429-434.
6. Izaki, Ayu Fitri. 2013. *Studi Kinetika Adsorpsi Asam Lemak Bebas Pada Pemurnian Minyak Ikan Lemuru (Sardinella Sp.)*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
7. Siburian, Agus Mangiring, Agnes Sartika Doharma Pardede, dan Setiaty Pandia. 2014. "Pemanfaatan Adsorben dari Biji Asam Jawa Untuk Menurunkan Bilangan Peroksida Pada CPO (Crude Palm Oil)". *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 3, No. 4.
8. Sudarmaji, dkk. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi keempat. Yogyakarta : Liberty.
9. Fitria, Via dan Siti Tjahjani. 2016. "Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Keluwak (Pangium Edule) Dengan Aktivator H_3PO_4 ". *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*. Surabaya, 17 September 2016.
10. Surest, dkk. 2008. "Pengaruh suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri". *Jurnal Teknik Kimia*, No.2 volume 15.
11. Adinata, M. R. 2013. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
12. Mahmudah, Rifa Atul dan Sari Edi Cahyaningrum. 2013. "Penentuan Konstanta Laju Adsorpsi Ion Logam Cd(Ii) Pada Kitosan Bead Dan Kitosan-Silika Bead". *Jurnal Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya*. Vol. 2, No.1, Januari 2013.
13. Bulut, E., Özacar, M & Sengil, I.A. 2008. Adsorption of Malachite Green Onto Bentonite: Equilibrium and Kinetic Studies and Process Design. *Microporous and Mesoporous Materials*, 115, 234-246.
14. Sekewael, Serly J., Hellna Tehubijuluw, dan Delovika R. Reawaruw. (2013). "Kajian Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Logam Pb pada Lempung Asal Desa Ouw Teraktivasi Garam Ammonium Nitrat". *Ind. Journal Chemistry Res..* 1. 38-46.